

معرفی مدل پیوند آب غذا انرژی در مدیریت بهینه آب

سمیره رئیسی سرحدی^{*۱}

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
samire.raisi@gmail.com

چکیده

پیش‌بینی‌های جهانی نشان می‌دهد که با توجه به رشد جمعیت، توسعه اقتصادی، پیشرفت فناوری، شهرنشینی، تقاضای رو به رشد برای غذا و رژیم‌های متنوع غذایی، تغییرات اقلیم، تخریب منابع و کمبود آب، تقاضا برای آب شیرین، انرژی و غذا در دهه‌های آینده افزایش خواهد یافت، آب، غذا و انرژی اصلی‌ترین منابع مورد نیاز برای توسعه جوامع هستند. رویکرد دینامیک سیستم‌ها با در نظر گرفتن تعاملات و بازخوردهای درون سیستم آب، غذا و انرژی درک بهتری از وضعیت موجود این اجزا را در شبکه‌های آبیاری ارائه می‌دهد و رویکردی جهت ارزیابی، توسعه و اجرای سیاست‌هایی می‌باشد که به طور همزمان بر امنیت آب، انرژی و غذا متمرکز است. این رویکرد تقویت توسعه پایدار و بهبود کیفیت زندگی جوامع و در ضمن محافظت از سرمایه‌های طبیعی و اجتماعی برای برطرف کردن مسائل پایداری در درازمدت خواهد بود، این مسئله نیازمند وجود رویکردی جامع است که نه تنها امنیت سه مقوله آب، انرژی و غذا را در نظر گرفته، بلکه اثرات متقابل و پویایی‌های بین آنها را نیز در نظر داشته باشد، دیدگاه نکسوس برمدیریت به هم پیوسته این منابع تأکید دارد. کلمات کلیدی: WEF Nexus، تعادل پویا، امنیت آب، انرژی و غذا

۱- مقدمه

با توجه به تقاضای روزافزون آب، انرژی و غذا در دهه‌های آینده، فشار بر این سه بخش افزایش یافته است، انتظار می‌رود تقاضای جهانی انرژی در عرض بیست سال تا سال ۲۰۳۰ به ۴۰ درصد افزایش و تقاضای غذا تا سال ۲۰۵۰ به ۶۰ درصد افزایش یابد [1]. مناطق شهری منابع طبیعی فراوانی دارند [2] و جمعیت شهری تا سال ۲۰۵۰ حدود ۷۰ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. الگوی نادرست مصرف بیش از حد از منابع طبیعی باعث تغییرات خطرناکی در آب و هوا شده است [3]. و اهمیت نگرش سیستمی به مسائل هم‌پیوندی بین آب - انرژی - غذا بیش از پیش نمایان شده است. با توجه به محدودیت‌های منابع موجود که روزبه‌روز تشدید می‌گردد، باید از هر فرصتی به‌منظور برقراری تعادل و تناسب بین جریان مصرف و بهره‌برداری از منابع بهره‌مند شد بخش اعظمی از تولید غذای مردم دنیا به تولید محصولات کشاورزی وابسته است. کمبود منابع آب شیرین، یکی از بزرگترین مسائلی است که جهان در حال توسعه به صورت روزافزون با آن مواجه است [4] کشاورزی مهمترین مصرف‌کننده آب و انرژی می‌باشد که به طور مجازی عرضه کننده آب و انرژی نیز محسوب می‌شود. نکته مهم در رابطه امنیت آب، امنیت غذا و امنیت انرژی آن است که این چرخه از آب شروع شده و با به کارگیری انرژی جهت تولید، در نهایت به غذا ختم خواهد گردید. در نتیجه باید تعادل و توازن بین جریان برداشت و بهره‌برداری از منابع تولید و میزان بهره‌وری ایجاد شود رویکرد همبست (WEFN)، سبب افزایش بهره‌وری به کمک یکپارچه‌سازی چرخه آب، غذا و انرژی می‌گردد. [5,6,7].

۲- رویکرد نکسوس:

رویکرد دینامیک سیستم‌ها برای بررسی ساختارهای موجود بین این منابع (آب - انرژی - غذا) مورد استفاده و روابط علت و معلولی بین آنها استفاده خواهد شد. به طور عملی، همبست آب، انرژی و غذا (WEFN) را می‌توان به عنوان رویکردی برای

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

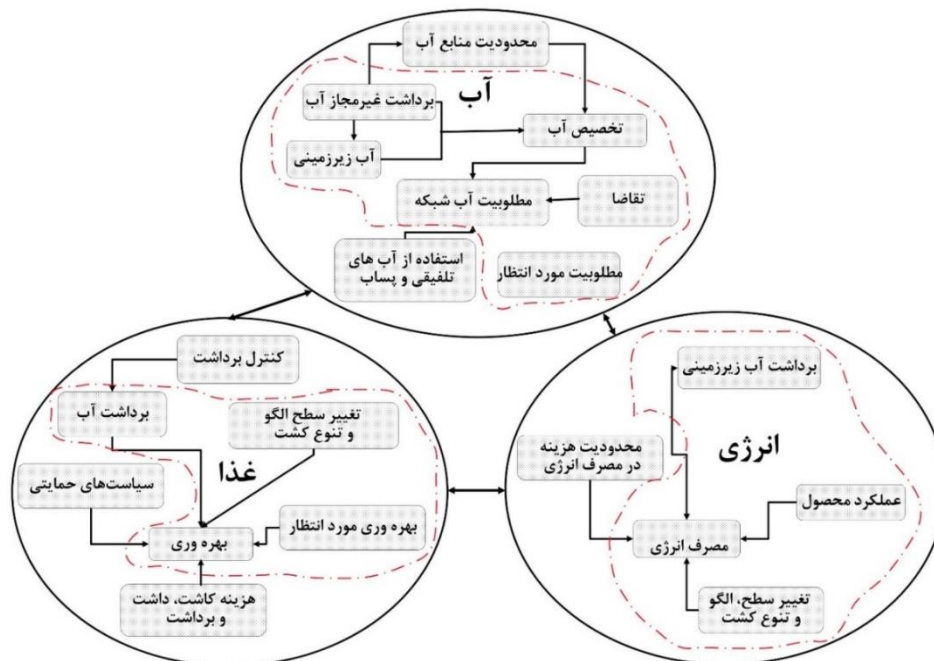
استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

ارزیابی، توسعه و اجرای سیاست‌هایی که به طور همزمان بر امنیت آب، انرژی و غذا تأکید می‌کند، تعریف کرد [8]. به طور دقیق‌تر، WEFN رویکردی مفهومی و تحلیلی برای سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی ارائه کرده و چارچوبی برای مدیریت هماهنگ و استفاده از منابع طبیعی در تمام بخش‌ها و مقیاس‌ها پیشنهاد می‌دهد [9]. منابع مفهوم‌های مختلف WEFN را که در دامنه، اهداف و درک عوامل محرک و مؤثر متفاوت است، برجسته می‌کنند.

ارزیابی کمی پیوند آب، انرژی و غذا به دو روش امکان‌پذیر است، این روش‌ها به طور گسترده‌ای استفاده می‌گردند و به ترتیب روش پایین به بالا و بالا به پایین نام دارند [10]. روش پایین به بالا کمیت ردیابی منابع از محصولات و همچنین تجزیه و تحلیل فرآیندهای کلیدی را برای کاهش ردیابی محصولات حیاتی مدنظر قرار می‌دهد. رویکرد بالا به پایین از روش (تصویر بزرگ) با مدلسازی سهم منابع و جریان سیستم آب، انرژی و غذا در یک سیستم اقتصادی استفاده می‌کند. هر دو روش تمایل به واگرایی نسبت به هم دارند، یکی از بالا به پایین و در سطح کلان و ملی و روش دیگر در سطح مطالعات کوچکتر و محصولات استفاده می‌شود. شایان ذکر است روش‌های پایین به بالا و بالا به پایین دارای نقاط قوت و محدودیت‌های خاص خود در برآورد مطالعات مختلف عملکردی هستند [11]. در این راستا به منظور دستیابی به بهترین روش ارزیابی پیوند آب، انرژی و غذا و رسیدن به بهترین نتیجه‌ی تصمیم‌گیری، لازم است تعاملات و مبادلات متقابل سه منبع آب، انرژی و غذا را که به آن حالت همبست گفته می‌شود، درک کرد بدین منظور به ابزارهای جدیدی برای تحلیل نیاز است. در جستجوی ارضای این نیاز و به منظور بهره‌مندی از ابزارها و مدل‌های پیشرفته، موسسه محیط‌زیست استکهلم SEI یک حلقه‌ی اتصال مابین سیستم‌های تصمیم‌گیری برای آب، انرژی و غذا ساخته است. مدل LEAP در حوزه منابع انرژی و مصارف و مدل WEAP در حوزه منابع آب و مصارف دو ابزار تخصصی برای یکپارچه‌سازی و نگاه پیوندی آب، انرژی و غذا هستند. این دو ابزار به طور همزمان اجرا و از طریق یک مرکز کنترل به یکدیگر وصل شده و به صورت پویا داده‌ها را رد و بدل می‌نمایند. به این معنا که هر کدام از این ابزارها، داده‌های موردنیاز خود را از دیگری دریافت نموده و در تحلیل‌ها به کار می‌گیرند [12]. شکل ۱- پیوند پویا بین آب، انرژی و غذا را نشان می‌دهد.



شکل ۱- پیوند پویا بین آب، انرژی و غذا



12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

همچنین پیوند بین امنیت آب - انرژی - غذا را میتوان به صورت جدول زیر بیان نمود:

امنیت آب	امنیت انرژی	امنیت غذا
موجود بودن آب	عرضه انرژی برای تأمین تقاضا	موجود بودن غذا
سلامت آب	در دسترس بودن فیزیکی عرضه	قابلیت در دسترس بودن غذا
مقرون به صرفه بودن آب	تأمین تقاضا با نرخ پایدار	بهره‌برداری از غذا

[13].

به عنوان نمونه از کاربرد تحلیل هم پیوندی پویای بین آب - انرژی - غذا می توان جدول (۲) را ملاحظه نمود.

فعالیت	آب	انرژی	غذا
آبیاری برقی	آب پمپ شده برای کشاورزی تقسیم بر مقدار انرژی فسیلی مصرف شده - آب پمپ شده برای آبیاری به مساحت زمین‌های آبیاری شده	انرژی فسیلی مصرف شده تقسیم بر مساحت زمینهای آبیاری شده - انرژی فسیلی مصرف شده به غذای تولید شده	تغییر در مقدار تولید کشاورزی به ظرفیت پمپاژ - زمین تحت سیستمهای پمپاژ به ظرفیت پمپاژ
شیرین‌سازی آب برای کشاورزی	- آب تصفیه استفاده شده به مقدار محصولات تولید شده - هزینه تصفیه آب برای کشاورزی	- انرژی مصرف شده به ازای میزان آب تصفیه شده - انرژی فسیلی استفاده شده به ازای مقدار محصول کشاورزی	- زمین مورد استفاده برای شیرین‌سازی آب به مقدار آب نمک‌زدایی شده - مقدار محصول کشاورز تولید شده به هزینه شیرین‌سازی آب
تولید برق آبی	- تغییر در آب خارج شده از رودخانه به میزان الکتریسیته تولید شده از برق آبی - آب مصرف شده برای تولید پروتئین به دلیل کاهش ظرفیت تولید برق آبی ماهی در دسترس به ازای ظرفیت تولید برق آبی	- کل انرژی برقابی تولید شده به ازای کل مساحت مخزن - کل انرژی برق آبی تولید به ازای کل مساحت آبیاری شده به وسیله سد	- تغییر در میزان ماهیگیری در سد به ازای ظرفیت تولید برق آبی - زمین کشاورزی محروم از آبیاری به ظرفیت تولید برق آبی

[14].

نشان دهنده‌ی این هست که فعالیت‌هایی مانند آبیاری با سیستم برق، فرآیند شیرین‌سازی آب به منظور کشاورزی و نیز تولید برق آبی از جمله فرآیندهایی است که نیازمند تحلیل همزمان سه مقوله آب، انرژی و غذا جهت تبیین پویایی بین



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران



دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

مقوله های مذکور است. همچنین شاخص های ارزیابی هر یک از پیوندها را نیز می توان مشاهده نمود که با در دسترس بودن
آمار مورد نیاز می توان هر یک از فعالیت های اقتصادی را تحلیل کمی نمود.

۳- تحقیقات کاربردی رویکرد نکسوس در حوزه امنیت آب - غذا - انرژی

جدول ۱: نمونه تحقیقات انجام شده در ارزیابی خشکسالی

نویسنده	روش شناسی	چالش و مسئله مورد نظر	داده ها / متغیرها / منطقه ای تحقیق
[15]	پیوند آب و غذا و انرژی با رویکرد وف نکسوس	موانع تصمیم گیری پیوند آب، انرژی و غذا	این مقاله یک رویکرد نوآورانه برای تجزیه و تحلیل مساله کلیدی تصمیم گیری در پاسخ به شوک های آب و هوایی در سه بخش انرژی، غذا و آب ارائه در انگلستان داد و نتایج نشان داد که ویژگی های ارتباط این منابع برای توسعه توانایی ها در ایجاد انعطاف پذیری و ریسک پاسخ به شوک های ارتباطی مهم است.
[16]	ارتباط میان آب، غذا و انرژی	ارتباط میان آب، غذا و انرژی، یک برنامه یکپارچه و مفاهیم برای حکمرانی شهری با رویکرد تعادل جزئی	در پژوهشی با عنوان «ارتباط میان آب، غذا و انرژی: یک برنامه یکپارچه و مفاهیم برای حکمرانی شهری» با رویکرد تعادل جزئی دریافتند که فراتر از بخش های آب، انرژی و غذا میتوان از آزمونهای سیاسی و نتایج و چالشهای آن، به توزیع تخصص و ظرفیت هماهنگی پرداخت. در واقع این مقاله به دلیل در نظر گرفتن یک برنامه یکپارچه شهری، ظرفیت هماهنگی و ارتباط آن با آب، غذا و انرژی می تواند از لحاظ مفهومی با پژوهش حاضر مرتبط باشد این پژوهش با حمایت دولت بریتانیا انجام شد
[17]	رویکرد نکسوس در ارتباط با امنیت غذایی و تغییر اقلیم	انرژی مصرفی برای استخراج آب زیر زمینی در ارتباط با امنیت و تغییر اقلیم در چهارچوب نکسوس	به این منظور تحقیقی در پنجاب پاکستان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند. که با توجه به تغییر اقلیم و افزایش نیاز به آب زیرزمینی، سطح آب چاه ها افت کرده و هزینه افزایش یافته است. محققان پیشنهاد کرده اند که تبعات تغییرات ایجاد شده، در چارچوب نکسوس بررسی شوند. در جمع- بندی دیدگاه های این کنگره اعلام شد اگرچه رویکرد نکسوس با سرعت زیادی در



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران



دانشگاه هرمزگان

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

حال توسعه است، اما کاربرد های آن بسیار محدود است، و باید به فوریت نسبت به افزایش آگاهی ها و توسعه ظرفیت ها میان ذی نفعان آب اقدام شود.			
در این مطالعه که در دهوک عراق انجام شد. ارزیابی ریسک در رویکرد آب، غذا و انرژی ارائه شد. در این رویکرد خطر تغییرات فصلی به عنوان احتمال و کمبود تقاضای سرانه برای آب، انرژی و مواد غذایی در هر به عنوان ریسک تعریف شد.	به ارزیابی ریسک در رابطه‌ی آب، انرژی و مواد غذایی خانوارها تحت تاثیر تغییرات فصلی پرداختند.	ارزیابی ریسک در رابطه‌ی آب، انرژی و مواد غذایی	[18]
رویکرد نکسوس را با استفاده از مدل برنامه ریزی منابع آب WEAP در سطح شبکه های آبیاری زاینده رود به کار بردند و سناریوهای مختلف برای مدیریت آب، انرژی و غذا را آزمودند. این محققان نشان دادند که در مقایسه با کاربرد شاخص های منفرد، ترکیب شاخص های نکسوس، اولویت های سناریوها و شبکه ها را در بهبود عملکرد تغییر می دهد.	رویکرد نکسوس را با استفاده از مدل برنامه ریزی منابع آب WEAP برای مدیریت آب و غذا انرژی و مقایسه سناریوهای مختلف آب و غذا انرژی	رویکرد نکسوس را با استفاده از مدل برنامه ریزی منابع آب WEAP	[19]
این تحقیق که در دشت قزوین صورت گرفت، با رویکرد تعادل جزئی و با استفاده از داده های فصلی سیستم های آبیاری و عملکرد محصولات کشت این سیستم ها در سال ۱۳۹۰ در دشت قزوین دریافتند که در حالت بهره برداری تلفیقی از آب زیرزمینی و کانال آبیاری، بهره وری انرژی در سیستم های آبیاری به مراتب بیشتر از بهره وری انرژی در حالت بهره برداری از آب زیرزمینی است	بررسی بهره وری انرژی - آب و بهره وری اقتصادی انرژی در سامانه های آبیاری بارانی و سطحی در شرایط بهره برداری از آب زیرزمینی	پیوند آب - انرژی - غذا	[20]
با رویکردی تحلیلی - توصیفی، با رویکرد تعادل جزئی چهار راه حل سیاستی برای پیشبرد اهداف سیاست گذاری شامل قیمت گذاری آب و انرژی، تدوین الگوی کشت و جانمایی مناسب صنایع، اصلاح	راه حل های سیاستی در مواجهه با بحران آب با رویکرد پیوند آب - انرژی - غذا	رویکرد پیوند آب - انرژی - غذا	[21]

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

سیاست های واردات و صادرات با رویکرد توجه به آب مجازی و رد پای آب و افزایش محصولات گلخانه ای را پیشنهاد داده اند.			
نتایج نشان داد در سطح شبکه های آبیاری قزوین با افزایش مصرف انرژی به افزایش تولید محصول انجامید اما اثر مکانیزم های کنترلی، با تاخیر ۴ ساله مشاهده شد. مطلوبیت آب نیز به میزان ۷ درصد بیشتر شد. افزایش سطح زیر کشت، تأثیر زیادی بر افزایش تولید محصول و مطلوبیت نداشته است. کاهش منابع آب سطحی بیشترین تأثیر را در کاهش تولید محصول و مطلوبیت، نسبت به ادامه وضع موجود، داشته است. حداکثر کاهش تولید محصول ۲۳ درصد و مطلوبیت ۳۲ درصد بوده است. با توجه به تأثیر قابل توجه محدودیت منابع آب، توصیه می شود در رویکرد نکسوس سناریوهای مرتب با مدیریت آب از اولویت بالاتری برخوردار باشند	توسعه مدل پیوند آب، انرژی و غذا در سطح شبکه های آبیاری بر اساس شاخص های کفایت و پایداری آب سناریوهایی در بخش آب، غذا و انرژی شامل، کاهش منابع آب سطحی، افزایش سطح زیر کشت، و افزایش مصرف انرژی ارزیابی شد.	توسعه مدل پیوند آب، انرژی و غذا در سطح شبکه های آبیاری نکسوس	[22]
رویکرد WEF Nexus شهری برای منطقه مطالعاتی شهر بروجرد استفاده شد. نتایج نشان داد که در دوره آتی دما بین ۱/۵ تا ۳ درجه سانتی گراد افزایش خواهد داشت، همچنین بارش در RCP2.6 تا ۲۰ میلی متر افزایش و RCP8.5 تا ۴۰ میلی متر کاهش را تجربه خواهند کرد. نتایج WEF Nexus نشان داد که کشاورزی متمرکز شهری به ترتیب ۲۱/۲۹ و ۲۷۲ درصد تقاضای محلی میوه و سبزیجات را و برداشت آب باران ۳/۶ درصد تقاضای منابع آب شیرین را تامین می کند. همچنین چرخه فاضلاب شهری و مصرف دوباره، تقاضای آب برای آبیاری کشاورزی شهری را تامین می کند. تولید الکتریسیته و بیوگاز از پسماندهای شهری می تواند روزانه ۱/۰۸ درصد فعلی	رویکرد WEF Nexus شهری برای بهره گیری از منابع موجود در این پژوهش سعی شده است از منابع آب موجود جهت توسعه پایدار شهری با توجه به تغییرات اقلیمی استفاده شود. از خروجی مدل HADGEM2 تحت دو سناریوی انتشار RCP2.6 و RCP8.5 مربوط به پنجمین گزارش ارزیابی هیئت بین- الدول تغییر اقلیم استفاده شد و رویکرد WEF Nexus شهری استفاده شد.	رویکرد WEF Nexus	[23]



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران



دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

الکتریسیته را تامین کند که هزینه مدیریت فاضلاب می‌تواند از نوسازی و عملیات جدید فاضلاب شهری کمتر باشد.			
اثر سامانه‌ها در تولید غذا و امنیت غذایی جمعیت، مهاجرت معکوس، توزیع متوازن و هماهنگ منابع مالی و انرژی مصرفی کمتر و سرمایه‌گذاری بیشتر است که با رسیدن به هر کدام از این موارد اثرپذیری سامانه‌ها و تأثیر شگرف آن در آمایش سرزمین مشاهده می‌گردد.	همبست آب، غذا و انرژی در سامانه‌های نوین آبیاری این مقاله به جمع بندی و بررسی ابعاد امنیت در سه محور آب، غذا و انرژی در سامانه‌های نوین آبیاری و ارتباط با آمایش سرزمین می‌پردازد.	همبست آب، غذا و انرژی	[24]

۴- نتیجه‌گیری

امنیت آب، غذا و انرژی در مواجهه با جمعیت کنونی و تشدید بهره‌برداری از ذخایر محدود و تجدیدنپذیر، اهمیت بیشتری دارد. با توجه به محدودیت‌های منابع موجود که روزبه‌روز تشدید می‌گردد، باید از هر فرصتی به‌منظور برقراری تعادل و تناسب بین جریان مصرف و بهره‌برداری از این منابع بهره‌مند شد. رویکرد همبست، سبب افزایش بهره‌وری با کمک یکپارچه‌سازی چرخه آب، غذا و انرژی می‌گردد و ارتباط و به‌هم‌پیوستگی میان این سه منبع را بیان می‌کند. این رویکرد در جریان رسیدن به توسعه پایدار تقویت شده است و در حال توسعه می‌باشد. این رویکرد می‌تواند چارچوبی انسجام‌بخش برای فراتر رفتن از رویکردهای گذشته‌ای باشد که در آن آب، انرژی و غذا به طور جداگانه بررسی می‌شدند. به کمک رویکرد همبست، می‌توان امنیت همه جانبه منابع آب، غذا و انرژی را همراه با توسعه پایدار، ارتقا بخشید. از نیازهای اولیه بشر امنیت است، امنیت به معنی تامین نیازهای اولیه او مانند غذا، آب و انرژی باشد، با استفاده از این رویکرد، اثر هر یک از سیاست‌های مدیریتی به صورت ترکیبی در هر سه بخش آب، غذا و انرژی نه فقط در کوتاه‌مدت، بلکه با در نظر گرفتن اثر مکانیزم‌های محدودکننده و تعادلی در بلندمدت قابل بررسی و تحلیل است، بدین ترتیب می‌توان متناسب با اثرهای همه‌جانبه و بلند مدت نسبت به سیاست‌ها تصمیم‌گیری مناسب اتخاذ کرد.

۵- مرجع

- [1]. WBCSD. Co-optimizing Solutions: Water and Energy for Food, Feed and Fibre. World Business Council for Sustainable Development Geneva, Switzerland. 2014; p.237.
- [2]. Rees W, Wackernagel M. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable – and why they are the key to sustainability. Environ. Impact Assess. 1996; Rev.16: p.223–248.
- [3]. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. 2014; p. 80. [4] Fan, Y.R.; Huang, W.; Huang, G.H.; Li, Y.P.; Huang, K. Hydrologic risk analysis in the Yangtze river basin through coupling Gaussian mixtures into copulas. Adv. Water Resour. 2016, 88, 170–185.
- [4] Loucks, D. P., Stedinger, J. R., & Shamir, U. (1985). Modelling water resource systems: issues and experiences. *Civil Engineering Systems*, 2(4), 223-231.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

- [5] شاهمحمدی، ع.، مفاخری، ص.، ویسی، ه. و خوشبخت، ک. ۱۳۹۶. رهیافتی برای دستیابی به توسعه پایدار پیوند آب، غذا و انرژی. شبکه مطالعات سیاستگذاری عمومی یافته‌های پژوهشی سیاستی - شماره مسلسل: ۱۱۰۰۳۷۸. شماره شاپا: ۵۳۸۵-۲۴۲۳.
- [6] صفایی، وحیده و داوری، کامران و پورمحمد، یاور، ۱۳۹۸. ضرورت پیوند آب، انرژی و غذا بر اساس برنامه استراتژیک توسعه پایدار. <https://civilica.com/doc/1192008>.
- [7] قربانی، الهام، منعم، محمدجواد، & واعظ تهرانی، مهسا. (۱۳۹۹). توسعه مدل پیوند آب، انرژی و غذا در سطح شبکه‌های آبیاری بر اساس شاخص‌های کفایت و پایداری آب (مطالعه موردی شبکه آبیاری قزوین). تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۲۱(۸۰)، ۶۱-۸۰. doi: 10.22092/idser.2020.343189.1432
- [8] Bizikova, L., Roy, D., Swanson, D., Venema, H. D., & McCandless, M. (2014). Water-Energy-Food Nexus and Agricultural Investment: A Sustainable Development Guidebook, Winnipeg, Canada: International Institute for Sustainable Development (IISD).
- [9] Flammini, A., Puri, M., Pluschke, L., & Dubois, O. (2014). Walking the nexus talk: assessing the water-energy-food nexus in the context of the sustainable energy for all initiative. *Environment and Natural Resources Management. Working Paper (FAO) eng no. 58*. [10] Hao, Z., & Singh, V. P. (2013). Entropy-based method for bivariate drought analysis. *Journal of Hydrologic Engineering*, 18(7), 780-786.
- [10] Böhringer, C., & Rutherford, T. F. (2008). Combining bottom-up and top-down. *Energy Economics*, 30(2), 574-596.
- [11] Feng, K., Chapagain, A., Suh, S., Pfister, S., & Hubacek, K. (2011). Comparison of bottom-up and top-down approaches to calculating the water footprints of nations. *Economic Systems Research*, 23(4), 371-385.
- [12] Stockholm Environment Institute. 2012. Training exercises for Integrated Water – Energy Planning Linking: WEAP and .LEAP. U.S. Center 11 Curtis Avenue, Somerville, MA 02144-1224, USA
- [13] Bizikova, L., Roy, D., Swanson, D., Venema, H. D., & McCandless, M. (2014). Water-Energy-Food Nexus and Agricultural Investment: A Sustainable Development Guidebook, Winnipeg, Canada: International Institute for Sustainable Development (IISD).
- [14] FAO. (2014). The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture. *Rome The Food and Agricultural Organisation of the United Nations*. [15] Cui, H., & Singh, V. P. (2016). Maximum entropy spectral analysis for streamflow forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 442, 91-99.
- [15] Howarth C, Monasterolo I. Understanding barriers to decision making in the UK energy-food-water nexus: The added value of interdisciplinary approaches, *Environmental Science & Policy* 61.2016; 53-60.
- [16] Artioli, F. and Acuto, M. and Mcarthur, J. (2017), "The water-energy-food nexus: An integration agenda and implications for urban governance", *Political Geography*, No.61, pp. 215-223.
- [17] Hassan. G. Hassan. F. & Ghulam. S. (2017). Food Security Challenges under Climatic Changes and Groundwater-Energy, Nexus- Case Study of Punjab Pakistan. *Modernizing Irrigation and Drainage for a new Green Revolution. Transactions of the 23rd ICID Congress on Irrigation and Drainage – Abstract Volume: Question 60 and 61. 418 pp. ISBN: 978-81-89610-24-1*
- [18] Hussien WA, Memon FA, Savic DA. A risk-based assessment of the household water-energy-food nexus under the impact of seasonal variability, *Journal of Cleaner Production* 171.2018; 1275-1289.
- [19] Monem. M. J. Delavar. M. & Hosseini. M. (2020). Application and Evaluation of Water, Food and Energy (NEXUS) in Irrigation Networks Management: Case Study of Zayandehrud Irrigation Network, *Iranian Jour. of Irrigation & Drainage*, 14, 276-285. (In Persian)



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران



دانشگاه هرمزگان

دوازدهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

[20] غلامی، زینب و ابراهیمیان، حامد و نوری، حمیده (۱۳۹۳)، «بررسی بهره‌وری انرژی - آب و بهره‌وری اقتصادی انرژی در سامانه‌های آبیاری بارانی و سطحی در شرایط بهره‌برداری از آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت قزوین)»، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، شماره ۳، جلد ۱۶، صفحات ۳۱-۴۴.

[21] میرزایی، شکيبا و قهرمان، بیژن و مساعدی، ابوالفضل و ضرغامی، مهدی (۱۳۹۶)، «راهحل‌های سیاستی در مواجهه با بحران آب با رویکرد پیوند آب - انرژی - غذا»، اولین اجلاس هماندیشی با متخصصان علوم آب و محیط‌زیست، وزارت نیرو.

[22] قربانی، الهام، منعم، محمدجواد، & واعظ تهرانی، مهسا. (۱۳۹۹). توسعه مدل پیوند آب، انرژی و غذا در سطح شبکه‌های آبیاری بر اساس شاخص‌های کفایت و پایداری آب (مطالعه موردی شبکه آبیاری قزوین). تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۲۱(۸۰)، ۸۰-۶۱. doi: 10.22092/idser.2020.343189.1432

[23] گودرزی، محمدرضا، پیریائی، رضا، & موسوی، میررحیم. (۱۳۹۸). تغییرات آب‌وهوایی و بهره‌برداری از رویکرد WEF Nexus شهری برای بهره‌گیری از منابع موجود در شهر بروجرد. اکوهیدرولوژی، ۶(۳)، ۵۶۹-۵۸۴. doi: 10.22059/ije.2019.273137.1021

[24] اروندی، سمانه، زارع، عباس، & افشار اصل، محمد. (۱۴۰۰). همبست آب، غذا و انرژی در سامانه‌های نوین آبیاری. فصلنامه علمی تخصصی مهندسی آب، ۹(۴)، ۵۵-۶۶.



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
امانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

Introduction of water food energy nexus model in optimal water management

Samire Raisisarhadi¹

1- Ph.D Student, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural and Natural Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

Abstract

Global forecasts show that due to population growth, economic development, technological advancement, urbanization, growing demand for food and diverse diets, climate change, resource destruction and water scarcity, the demand for fresh water, Energy and food will increase in the coming decades. Water, food and energy are the main resources needed for the development of societies. The systems dynamics approach, taking into account the interactions and feedbacks within the water, food and energy system, provides a better understanding of the current status of these components in the irrigation networks, and is useful for evaluating, developing and implementing policies that are simultaneously safe. Water, energy and food are concentrated. This approach will be to strengthen the sustainable development and improve the quality of life of the communities while protecting the natural and social capitals to solve sustainability issues in the long term, this issue requires a comprehensive approach that not only includes the security of the three categories of water, energy and food. but also consider the mutual effects and dynamics between them, The nexus view of management emphasizes the interconnectedness of these resources.

Key words: WEF Nexus, Dynamic balance, Water, energy and food security